昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, March 2012, 55(3): 367 – 370　　ISSN 0454-6296

中华真地鳖空间格局及土壤性质对其存活的影响

王彦阳[1,2]，梁广文[1,*]
（1. 华南农业大学资源环境学院，广州 510640；2. 江门职业技术学院，广东江门 529090）

摘要：为了明确中华真地鳖 *Eupolyphaga sinensis* Walker 在自然界的分布及土壤性质对其存活的影响，运用森下氏分散指数(Morisita's index of dispersion)研究了中华真地鳖种群空间格局；测试了 4 种不同土壤含水量(16%~29%)条件下中华真地鳖的卵孵化率与若虫存活率，还测试了以野外不同来源土壤(山脚栖息土、堆肥、菜园土、蘑菇料发酵土和黄砂红壤土)饲养时中华真地鳖若虫的存活率。结果表明，中华真地鳖若虫在室外为聚集分布，成虫为均匀分布，从地面到 40 cm 的土壤深度都分布有中华真地鳖。土壤初始含水量 21% 和 24% 的卵孵化率最高，其他含水量的卵孵化率均显著较低($P<0.05$)，土壤初始含水量 29% 时的若虫存活率最低。堆肥、山脚栖息土更适合中华真地鳖生存。结果可为该虫的采集、饲养和深入研究提供科学的依据。

关键词：中华真地鳖；空间分布；森下氏分散指数；土壤；含水量
中图分类号：　**文献标识码**：A　**文章编号**：0454-6296(2012)03-0367-04

Spatial distribution pattern of *Eupolyphaga sinensis* Walker (Blattaria: Polyphagidae) and the effects of soil properties on its survival

WANG Yan-Yang[1,2], LIANG Guang-Wen[1,*] (1. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China; 2. Jiangmen Polytechnic, Jiangmen, Guangdong 529090, China)

Abstract: To study the characteristics of the spatial distribution of *Eupolyphaga sinensis* Walker in the natural environment and the effects of soil properties on its survival, Morisita's index of dispersion was used to examine the type of distribution. The results showed that the nymphae of *E. sinensis* were clustered in the natural environment and the adults were randomly distributed outdoors, from ground surface to the depth of 40 cm. Testing under soil conditions with four different initial water contents ranging from 16% to 29% showed that the egg hatch rate in soils with the initial water contents of 21% and 24% was significantly higher than that in soils with other two water contents, and the survival rate of nymphae in soil with the initial water content of 29% was significantly lower than those in soils with other three water contents. Investigation using soils of five different sources as the habitat showed that the compost and habitat soil from the foot of a mountain was more suitable for survival of *E. sinensis*. The results provide scientific data for collecting, rearing and further research of *E. sinensis*.

Key words: *Eupolyphaga sinensis*; spatial distribution; Morisita's index of dispersion; soil; water content

中华真地鳖 *Eupolyphaga sinensis* Walker 隶属于昆虫纲(Insecta)，蜚蠊目(Blattaria)，地鳖科(Polyphagidae)，是《中华人民共和国药典》记载的药材(崔月梨，1990)。有关中华真地鳖若虫分龄的标准(刘静等，2005)、发育起点温度(金涛等，2005，2006)、消化道结构(唐庆峰等，2004，2005)和被伯氏嗜木螨 *Caloglyphus berlesei* 寄生(李长福等，2003)等生物学特性已有不少报道。有研究表明，中华真地鳖营养丰富，含有蛋白质、氨基酸、脂溶性维生素及人体必需的微量元素(周彦钢等，1998)，并具有抗凝血、抗缺氧、调脂抗突变等作用，对白血病细胞和肿瘤具有抑制作用(王林瑶和张立峰，2000)。其重要的药用价值使得需求量逐年增加，单靠野外采集已满足不了市场需求，通过规模化人工饲养需要已成为重要的途径。本实验研究了中华真地鳖在自然界的空间分布以及土壤对中华真地鳖的影响，以期为该虫的采集、饲养和深入研究提供科学的依据。

基金项目：国家科技支撑计划课题(2008BADA5B01，2008BADA5B04)
作者简介：王彦阳，男，1978 年生，湖南郴州人，博士研究生，讲师，研究方向为农业害虫综合防治，E-mail：wang_238@126.com
* 通讯作者 Corresponding author，E-mail：gwliang@scau.edu.cn
收稿日期 Received：2011-12-16；接受日期 Accepted：2012-03-06

1 材料与方法

1.1 虫源

人工饲养虫源由湖北襄樊长运中华真地鳖养殖基地提供，带回实验室于温度 20～30℃、RH 50%～70%条件下用 80 cm×100 cm 饲养池饲养并建立种群备用。

1.2 中华真地鳖野外空间分布调查和分析方法

1.2.1 调查地点及调查方法：室外调查于 2009 年 9 月在广东省坪石镇郊区的食品工厂旁边、农舍厨房灶脚、田园柴草堆下和牛栏周围 4 类地块（分别用 P1，P2，P3 和 P4 表示），用锄头随机挖取，以发现中华真地鳖为样点，每个样点 1 m^2，共取得 84 个样点，调查时避开雨天，记录中华真地鳖若虫及成虫的数量。于 2009 年 10 月在坪石镇郊区农舍厨房灶脚、田园柴草堆下，采用边挖土边测定土壤深度和计算虫数的办法，测定中华真地鳖在厨房灶脚、柴草堆下的垂直分布。

1.2.2 分散指数检验方法：选取森下氏分散指数（Morisita's index of dispersion）进行测定，其方程式如下：

$$I_\delta = n\frac{\sum_{i=0}^{n} x_i(x_i - 1)}{N(N-1)} \quad (1)$$

$$S^2 = (I_\delta - 1)(\bar{x})^2 + \bar{x} \quad (2)$$

$$F = \frac{S^2}{\bar{x}} = \frac{I_\delta(N-1) + n - N}{n-1} \quad (3)$$

$$m^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i(x_i-1)}{\sum_{i=1}^{n} x_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{\sum_{i=1}^{n} x_i} - 1 \quad (4)$$

式中，I_δ 表示分散指数，n 为样点数量，N 表示虫口数量，x_i 为第 i 个样点的虫口数量，S^2 表示方差，m^* 表示平均拥挤度。当 $I_\delta = 1$ 时为柏松分布，当 $I_\delta > 1$ 时为聚集分布，当 $I_\delta < 1$ 时为均匀分布（Morisita，1959；Zhang *et al.*，2007）。

1.3 不同土壤含水量条件下中华真地鳖的卵孵化率与若虫存活率试验

将室外取回的土壤加水制成 4 种不同含水量的饲养土。每种土样分别称取湿重 100 g，在 105℃烘箱中烘 24 h，然后称其干重。土壤含水量（%）=［（湿重－干重）/湿重］×100，经计算，土壤初始含水量依次为 16%，21%，24% 和 29%。将中华真地鳖卵鞘 250 g 和饲养土混合放在塑料储物盒中，加盖以减缓含水量的变化，置于室内等待孵化。设 3 个重复。每隔 5 d 用毛笔轻轻翻动饲养土观察孵化情况，直到卵鞘不再孵化为止，统计孵化率。

另取上述 4 种饲养土分别放入中华真地鳖 3～5 龄若虫 600 头，每种饲养土为一个处理，每隔 20 d 更换一次初始含水量饲养土，加青菜粉、面、果皮饲养至成虫，用筛网（孔径 15 mm×15 mm）筛出成虫虫体，若虫继续饲养至成虫。以用毛笔触动虫体有活动为存活，统计存活率。设 3 个重复。

1.4 不同来源土壤饲养中华真地鳖试验

于江门市郊采集山脚栖息土、堆肥、菜园土、蘑菇料发酵土、黄砂红壤土 5 种常见不同来源土壤作为饲养土（测得 pH 值分别为 9.16，8.19，7.28，6.29 和 5.85），每种土壤饲养 3～5 龄若虫 600 头作为一个处理，饲养至成虫，用筛网晒出成虫虫体，若虫继续饲养至成虫。设 3 个重复。

1.5 数据分析

用 Excel 2000 和 SPSS 17.0 进行数据处理，卵孵化率、存活率数据经过反正弦转换，用 One-Way ANOVA 进行方差分析，用 Duncan 氏新复极差法比较各处理之间的差异水平。

2 结果与分析

2.1 中华真地鳖在自然界的空间分布格局

表 1 显示，中华真地鳖若虫 I_δ 指数（1.488～1.671）>1，并且 $F > F_{0.05}$（df = 20，对应值为 1.57），说明中华真地鳖若虫在自然环境中呈聚集分布，平均拥挤度为 3.261～6.095。中华真地鳖成虫若虫 I_δ 指数（0.738～0.927）<1，说明中华真地鳖成虫在自然环境中呈均匀分布。

2.2 中华真地鳖垂直分布

从图 1 可以看出中华真地鳖在厨房灶脚垂直分布，离地面 3～5 cm 深处达到虫口数量最高峰，符合方程 $y = -0.0439x^5 + 1.1927x^4 - 11.64x^3 + 48.24x^2 - 77.801x + 47.583$，相关系数 R^2 = 0.9287（图 1：A）。在柴草堆下垂直分布离地面 8～15 cm 深处达到虫口数量最高峰，最深为土壤下 40 cm，符合方程 $y = -0.0612x^3 + 1.1568x^2 - 2.5973x + 17.345$，相关系数 R^2 = 0.9568（图 1：B）。

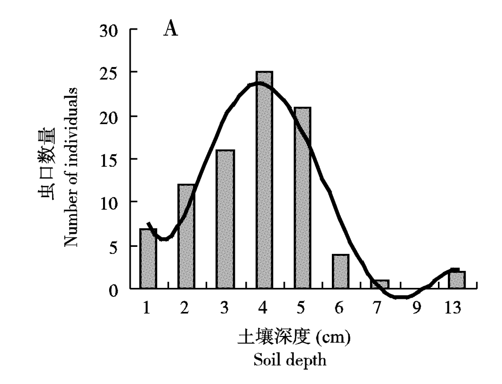
2.3 不同土壤含水量对中华真地鳖的影响

土壤不同初始含水量下，卵孵化率之间差异显著（df = 3，16；F = 6.467；P = 0.004），土壤初始

表 1　中华真地鳖在自然界的分散度

Table 1　The dispersion degree of the *Eupolyphaga sinensis* nymphae in the natural environment

虫态 Developmental stage	地块类型 Soil type	样点数量 Number of samples (n)	虫口数量 Number of individuals (N)	虫口平均数 Average insect population ($\bar{X}$)	方差 Variance (S^2)	平均拥挤度 Average congestion (m^*)	森下氏分散指数 Morisita's index of dispersion (I_δ)	F 值 F value
若虫 Nymph	P_1	21	52	2.4762	5.962	3.884	1.568	2.450
	P_2	21	53	2.5238	5.662	3.767	1.493	2.281
	P_3	21	87	4.1429	12.23	6.095	1.471	3.026
	P_4	21	48	2.2857	4.514	3.261	1.427	2.002
成虫 Adult	P_1	21	17	0.8095	0.762	0.751	0.927	0.942
	P_2	21	19	0.9048	0.690	0.668	0.738	0.764
	P_3	21	26	1.2381	0.990	1.038	0.838	0.798
	P_4	21	25	1.1905	0.962	0.998	0.839	0.806



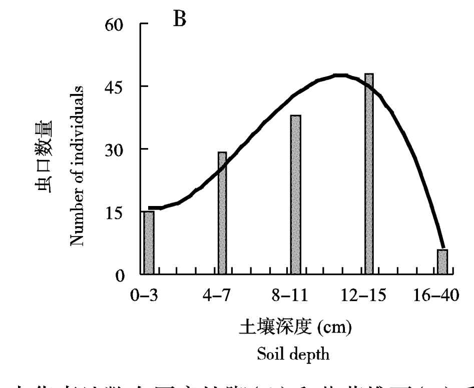


图 1　中华真地鳖在厨房灶脚（A）和柴草堆下（B）垂直分布

Fig. 1　The vertical distribution of *Eupolyphaga sinensis* in kitchen stove feet (A) and under firewood (B)

含水量 21% 和 24% 的卵孵化率最高。土壤不同初始含水量下，若虫存活率也存在显著差异（$df = 3, 16$；$F = 10.043$；$P = 0.001$），土壤初始含水量 29% 的若虫存活率最低（表 2）。

2.4　不同来源土壤对中华真地鳖的影响

不同来源土壤饲养中华真地鳖的存活率存在显著差异（$df = 4, 20$；$F = 88.294$；$P < 0.001$）（图 2）。中华真地鳖在山脚栖息土、堆肥土壤的存活率显著高于在菜园土、蘑菇料发酵土、黄砂红壤土土壤的存活率。

表 2　中华真地鳖在不同含水量土壤下的卵孵化率和若虫存活率

Table 2　The egg hatch rate and nymphal survival rate of *Eupolyphaga sinensis* in soils with different water contents

土壤含水量（%） Water content in soil	卵孵化率（%） Egg hatch rate	若虫存活率（%） Nymphal survival rate
16	28.9 b	40.3 a
21	36.5 a	38.7 a
24	34.5 a	41.2 a
29	27.8 b	31.8 b

同一列数据后不同小写字母表示差异显著（$P < 0.05$）（Duncan 氏新复极差比较）。Different small letters within a column indicate significant difference at the 0.05 level (Duncan's multiple range test).

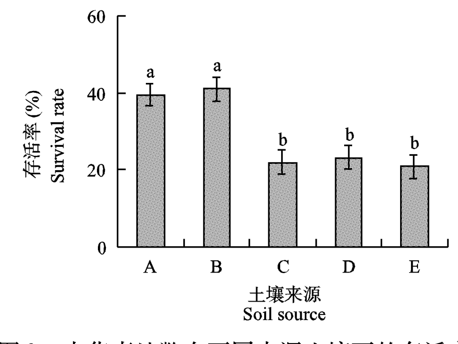


图 2　中华真地鳖在不同来源土壤下的存活率

Fig. 2　The survival rate of *Eupolyphaga sinensis* in soils of different sources

A：山脚栖息土 Habitat soil from the foot of a mountain；B：堆肥 Compost；C：菜园土 Garden soil；D：蘑菇料发酵土 Fermentation soil of mushroom；E：黄砂红壤土 Red soil with sand. 柱上不同小写字母表示差异显著（$P < 0.05$）（Duncan 氏新复极差比较）。Different small letters above bars indicate significant difference at the 0.05 level (Duncan's multiple range test)

3 结论与讨论

空间分布型是种群在空间相对静止时的散布状况，它揭示了种群个体某一时期内的行为习性环境因子等叠加影响，以及种群选择环境的内禀特性和空间结构异质性程度(唐启义和冯明光，2007)。本实验利用森下氏分散指数研究了中华真地鳖种群空间格局，结果表明中华真地鳖若虫在自然界为聚集分布，聚集的原因可能与若虫的活动和觅食能力差以及成虫产卵习性有关。以往有研究表明中华真地鳖成虫在饲养池内为聚集分布(唐庆峰等，2004)，本研究中中华真地鳖成虫在自然界为均匀分布，原因可能与自然界中土壤里食物分布状况以及活动空间有关。在挖土中发现厨房灶脚在深度15 cm以下时，土质逐渐变硬，柴草堆下的土质在深度40 cm以下时，土质逐渐变硬，可见中华真地鳖的垂直分布与土壤硬度相关。

土壤含水量以及土壤性质对土壤昆虫的生存起着至关重要的作用，本研究表明土壤含水量对中华真地鳖的卵孵化率和存活率均有影响，且存在显著性差异($P<0.05$)。饲养中发现，相对干燥的土壤含水量可以提高卵孵化率，在若虫期，适当的土壤含水量下虫体排出的粪便成颗粒状，不稀不粘，病态现象少，而在过高或过低的土壤含水量下，病虫数量增加。采用山脚栖息土、堆肥、菜园土、蘑菇料发酵土、黄砂红壤土5种不同来源土壤作为中华真地鳖栖息环境，结果为山脚栖息土、堆肥土壤更适合中华真地鳖的生存，从5种土壤的pH值来看(测得pH值分别为9.16，8.19，7.28，6.29和5.85)，是否碱性土壤更适合中华真地鳖的生存，还有待进一步研究。

参考文献(References)

Cui YL, 1990. Pharmacopoeia of the People's Republic of China. People's Medical Publishing House, Beijing. 13. [崔月犁, 1990. 中华人民共和国药典. 北京：人民卫生出版社. 13]

Jin T, Tang QF, Wang Q, Wu ZT, Wu SL, 2005. Threshold temperature and effective accumulated temperature to complete development for the egg of *Eupolphaga sinensis*. *Journal of Economic Animal*, 9(3): 170-173. [金涛, 唐庆峰, 王清, 吴振廷, 吴尚澧, 2005. 中华真地鳖卵发育起点温度和有效积温的研究. 经济动物学报, 9(3): 170-173]

Jin T, Wu ZT, Tang QF, Wang Q, Wang XL, Wu SL, 2006. Influence of temperature on the growth of overwintering *Eupolyphaga sineris*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 43(3): 381-384. [金涛, 吴振廷, 唐庆峰, 王清, 王学林, 吴尚澧, 2006. 温度对越冬期中华真地鳖生长发育的影响. 昆虫知识, 43(3): 381-384]

Li CF, Tang QF, Zhang RC, Wu ZT, Wu SL, 2003. Preliminary study of the biological characteristics of *Eupolyphaga sinensis*. *Entomol. Knowl.*, 40(3): 258-261. [李长福, 唐庆峰, 张瑞昌, 吴振廷, 吴尚澧, 2003. 中华真地鳖生物学特征初步研究. 昆虫知识, 40(3): 258-261

Liu J, Tan LF, Lei CL, 2005. Distinguishing nymphal instars of *Eupolyphaga sinensi*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 42(1): 61-63. [刘静, 谭梁飞, 雷朝亮, 2005. 中华真地鳖若虫分龄的研究. 昆虫知识, 42(1): 61-63]

Morisita M,1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the diatiributional patterns. *Memoirs of the Faculty of Science Kyushu University*, *Series E* (*Biology*), 2(4): 215-234.

Tang QF, Jin T, Wu ZT, Wang XL, Wu SL, 2004. The structure of alimentary canal and feeding habit of low instar nymphs of *Eupolyphaga sinensis*. *Entomol. Knowl.*, 41(6): 575-577. [唐庆峰, 金涛, 吴振廷, 王学林, 吴尚澧, 2004. 中华真地鳖低龄若虫消化道结构及低龄若虫取食习性. 昆虫知识, 41(6): 575-577]

Tang QF, Wu ZT, Jin T, Wu SL, 2005. The activities of major digestive enzymes in the midgut of *Eupolyphaga sinensis*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 42(5): 557-561. [唐庆峰, 吴振廷, 金涛, 吴尚澧, 2005. 中华真地鳖中肠主要消化酶的活性研究. 昆虫知识, 42(5): 557-561]

Tang QF, Wu ZT, Wang XL, Yang J, Wu SL, 2004. Spatial distribution pattern of *Eupolyphaga sinensis* in rearing pool. *Entomol. Knowl.*, 41(5): 458-460. [唐庆峰, 吴振廷, 王学林, 杨俊, 吴尚澧, 2004. 中华真地鳖在饲养池内的分布格局. 昆虫知识, 41(5): 458-460]

Wang LY, Zhang LF, 2000. Breeding of Medicinal *Eupolyphaga sinensis*. Golden Shield Press, Beijing. [王林瑶, 张立峰, 2000. 药用地鳖虫饲养. 北京：金盾出版社]

Zhang HJ, Cheng JH, Shi YH, Cheng Y, 2007. The distribution of preferential paths and its relation to the soil characteristics in the three gorges area, China. *International Journal of Sediment Research*, 22(1): 39-48.

Zhou YG, Ren YC, Jiang YX, 1998. Nutrition composition of *Eupolyphaga sinensis*. *Food Research and Development*, 19(2): 51-53. [周彦钢, 任玉翠, 江月仙, 1998. 地鳖虫的营养成分分析. 食品研究与开发, 19(2): 51-53]

(责任编辑：袁德成)